



VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

MEMORIA FINAL

Proyecto de innovación y
mejora docente

EMULACIÓN DE SISTEMAS HOLOGRÁFICOS PARA LA VISUALIZACIÓN TRIDIMENSIONAL DE IMÁGENES, CON FINES DOCENTES

VICERRECTORADO DE POLÍTICA ACADÉMICA
PROGRAMA PROPIO DE CALIDAD EN LA ENSEÑANZA
PLANES DE FORMACIÓN, INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE

Universidad de Salamanca

Prof. Dr. Juan A. Juanes Méndez
Coordinador del Proyecto ID2012/207
2012-2013





VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

MEMORIA FINAL

EMULACIÓN DE SISTEMAS HOLOGRÁFICOS PARA LA VISUALIZACIÓN TRIDIMENSIONAL DE IMÁGENES, CON FINES DOCENTES



Prof. Dr. Juan A. Juanes Méndez

Coordinador del Proyecto

Proyecto: **ID2012/207**

2012-2013

INDICE

	Página
Hologramas	5
Visualización y reconstrucción 3D de estructuras corporales	6
Metodología	7
Resultados	11
Conclusiones	14
Referencias bibliográficas	16
Equipo de trabajo	19

HOLOGRAMAS

Las Tecnologías de Información y de Comunicaciones han transformado virtualmente todas las actividades docentes en las universidades de todo el mundo. Las tecnologías de la información y de la comunicación están transformando nuestros sistemas de enseñanza, propiciándonos herramientas muy útiles en la formación universitaria e incorporando en la docencia recursos que permiten generar entornos virtuales de formación, libres de las restricciones del tiempo y del espacio que impone la enseñanza presencial. Las aceleradas transformaciones de la sociedad, como consecuencia de los avances tecnológicos, están causando también un gran impacto en los métodos de enseñanza universitaria.

Con el surgimiento de los hologramas se abrieron grandes posibilidades para su utilización como medio de enseñanza por la característica de producir imágenes tridimensionales para la docencia. La holografía es un método de recuperación integral de la información relativa al campo de irradiación difundido por un objeto real, por lo que permite obtener imágenes ópticas tridimensionales de distintos tipos de objetos. En realidad el objeto no existe en la placa holográfica pero crea la ilusión óptica de su presencia ya que el holograma envía al espectador ondas luminosas idénticas a las que reflejaría el objeto real.

El holograma por sus particularidades, constituye una de las reproducciones visuales más icónica de las existentes, lo que constituye su principal cualidad en su utilización como un medio de enseñanza.

El holograma se puede convertir en el medio audiovisual por excelencia para conocer las propiedades y características del objeto original e incluso suplantarlos para múltiples aplicaciones, a través de su imagen tridimensional.

En una imagen bidimensional, cada punto conserva información sobre la amplitud y longitud de onda de los haces de luz reflejados, pero se pierde información sobre la fase, que es el componente principal de la percepción de profundidad. En una imagen holográfica, esta información sí se conserva. Los sistemas holográficos buscan que cada voxel en la escena emita rayos de luz

con la amplitud, longitud de onda y fase apropiada. Desafortunadamente, estos sistemas generan y deben procesar enormes volúmenes de información.

Para recrear un ambiente holográfico, la captura de objetos se puede hacer de distintas maneras. Se han utilizado varias cámaras en semicírculo para obtener distintas vistas simultáneas, cámaras panorámicas con arreglos de espejos. Otras cámaras permiten medir la distancia, intensidad de luz, y profundidad.

La transmisión de información digitalizada, independientemente del espacio y el tiempo, utilizando para ello tecnologías, constituye, hoy día, una de las grandes revoluciones técnico-científicas y culturales en nuestra sociedad.

VISUALIZACIÓN y RECONSTRUCCIÓN 3D DE ESTRUCTURAS CORPORALES

La capacidad de comprensión de estructuras encefálicas está íntimamente relacionada con la habilidad para visualizarlas. Tradicionalmente, las distintas modalidades de técnicas de diagnóstico por la imagen han compartido una limitación común, la bidimensionalidad de las representaciones. La visualización e interpretación de imágenes anatómicas, obtenidas a partir de técnicas diagnósticas, supone una dificultad añadida debido a su complejidad y a las diferencias individuales en su morfología (variabilidad biológica)

El aprendizaje de la anatomía humana requiere la comprensión de las características morfológicas y relaciones espaciales de vecindad entre las diferentes estructuras corporales. La visualización volumétrica optimiza la presentación de la compleja información contenida en las imágenes morfológicas obtenidas por las técnicas diagnósticas. No sólo se mejora la capacidad sintética de visualización, sino también el grado de interactividad y realismo, superando las restricciones inherentes a las representaciones 2D tradicionales.

El proceso de reconstrucción 3D o generación volumétrica consiste en la adquisición de una o más series de imágenes tomográficas, la posterior segmentación o identificación y etiquetado de las estructuras anatómicas corporales a reconstruir, la extracción de contornos/superficies en secciones transversales adyacentes, y el renderizado del modelo 3D.

La utilización de recursos visuales, en formato tridimensional, resulta ser un métodos atrayentes e innovadores para la docencia y el aprendizaje de los estudiantes, siendo además, unas herramientas reutilizables y útiles para fomentar y motivar el aprendizaje de los alumnos de en cualquier disciplina.

METODOLOGIA

Utilizamos imágenes médicas procedentes de la técnica de diagnóstico por imagen tomografía computarizada. A partir de este procedimiento se generaron estructuras anatómicas en tres dimensiones, mediante el software Amira®, permite la reconstrucción de objetos 3D, como los huesos (Figura 1), y representarlos como una malla volumétrica de superficie triangular o tetrahedral a partir de los datos que representan el volumen de una imagen (vóxeles). Amira® permite cargar cualquier conjunto de datos de imagen médica (Resonancia Magnética, Tomografía Computarizada, etc..) soportando distintos formatos de imagen digital, incluyendo el formato estándar para imágenes radiológicas DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) y empleado en el manejo, almacenamiento y transmisión de imágenes médicas. Una vez obtenida la imagen médica, fue modelada por medio del programa Autodesk Maya 2011.

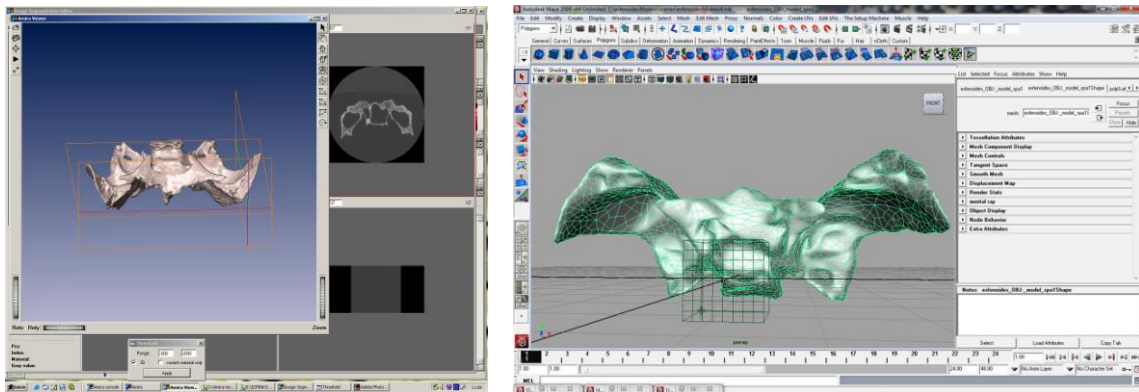


Figura 1.- Reconstrucción volumétrica del hueso esfenoides, mediante el software Amira®, y modelado geométrico de la estructura anatómica con el programa Autodesk Maya 2011.

Empleamos, la técnica del chromakey como base de nuestro desarrollo, la cual consistió en un proceso electrónico que combinó las señales de salida de dos o más cámaras entre si y/o con otras fuentes externas, obteniendo como resultado una mezcla uniforme y visualmente indetectable. En definitiva, se basó en la creación de imágenes donde el fondo y el primer término de las

mismas fueron rodados de forma independiente. El proceso permite obtener máscaras, esto es, una imagen con zonas opacas y zonas transparentes del primer término, que permiten ver u ocultar el fondo o este primer término alternativamente hasta la composición final.

El cromakey se puede usar con distintos colores de fondo; si bien los más utilizados son el azul y el verde ya que en la filmación suelen intervenir personas y estos colores son los menos presentes en la piel humana con lo cual evitamos que parte de estos pueda ser borrados junto con el fondo. Por otro lado, el color azul y el verde, fueron de los colores más usados desde el principio y eso hace que haya mucha mayor gama de filtros y efectos para estos colores que para otros. En nuestro caso utilizamos un fondo verde como se aprecia en la figura 2

Una vez realizado un guión y un pequeño Story Board (Figura 2) de la muestra que deseamos desarrollar, que en nuestro caso fue la visualización espacial del hueso esfenoideos, pasamos a colocar al sujeto (profesor) en el centro de la moqueta de nuestro plató (Figura 3). Orientaremos los focos y ajustaremos la intensidad de luz para evitar el mayor número de sombras sobre la tela, realizaremos un balance de blancos con la cámara y grabamos a 1920x1080 con 24 o 25 fps (fotogramas por segundo) en modo progresivo. Para nuestro trabajo empleamos un plató con un equipo de iluminación luz fría 5600°k para chroma, un sistema de ciclorama infinito 7 m de fondo x 10m profundo (4,60 m de altura) verde ultimate para el chroma.

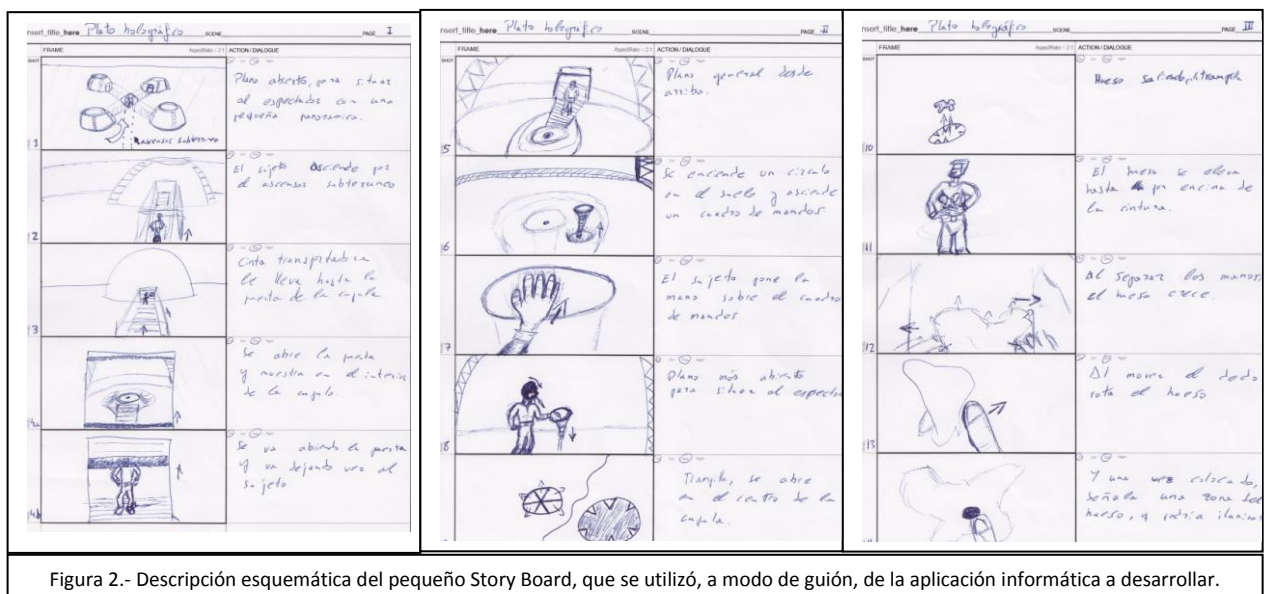


Figura 2.- Descripción esquemática del pequeño Story Board, que se utilizó, a modo de guión, de la aplicación informática a desarrollar.



Figura 3.- Plató croma con equipo de iluminación luz fría 5600°k, y sistema de ciclorama infinito 7 m de fondo x 10m profundo (4,60 m de altura) verde ultimate para el chroma. El proceso permite obtener máscaras, para ver u ocultar el fondo hasta la composición final.

Se empleó además, el software de The Foundry, para composición de imágenes, Nuke (Figura 4). Es una herramienta de producción cinematográfica que se utiliza para componer imágenes con efectos visuales introduciendo altos niveles de rendimiento, funcionalidad y flexibilidad en el proceso.

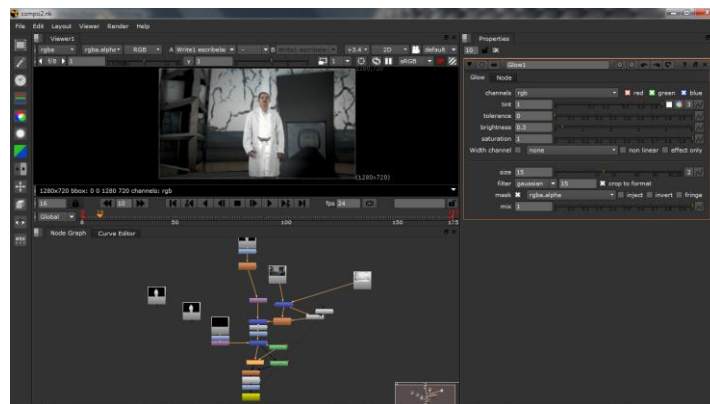


Figura 4.- Software Nuke, de The Foundry, para composición de imágenes, que permite componer efectos visuales atractivos.

Nuke es un producto de gran alcance de composición que ofrece velocidad sin precedentes y un conjunto de características de primera clase. Este software constituye una probada herramienta de efectos visuales que aporta excelente ventajas en el proceso de creación de montajes visuales atractivos.

Se utilizó además, el software Adobe After Effects (Figura 5), el cual consiste en una aplicación en forma de estudio destinado para la creación o aplicación en una composición (realización de gráficos profesionales en movimiento) de efectos especiales y grafismo de video. Una de las principales fortalezas del programa Adobe After Effects es que existen una gran cantidad de plugins desarrollados por otras compañías que ayudan a aligerar las cargas de trabajo continuo y repetitivo en lo que a aplicación de efectos se refiere. Su habilidad para manejar archivos de gráficos y video de distintos formatos y el hecho de que su interfaz sea familiar y asequible para mecanismos de la postproducción, se convierte este software en una razón muy poderosa para utilizarlo.



Figura 5.-. Software Adobe After Effects, empleado para la limpieza de audio, ruidos y partes innecesarias.

Mediante el software Audacity limpiaremos el audio de ruidos y partes innecesarias y obtendremos una pista de audio en formato .mp3 o .wav (ya que como convertimos el video en imágenes fijas, nos hizo falta para el montaje posterior, en el editor de video).

Posteriormente en el editor de video no lineal (Sony Vegas) setearmos el proyecto a nuestras necesidades (1920x1080 24/25fps progresivo) e importaremos el audio y los png como secuencia de imágenes para que vuelva a ser un video; pero esta vez transparente y en él solo se muestra el sujeto.

Realizamos un pequeño análisis de requisitos de la escena que deseamos generar: una sala futurista con algunos elementos dentro de la escena. Seguidamente se modelaron los objetos por medio del programa Autodesk Maya 2011 (Figura 6), ajustamos el mapa de UV para aplicarles las texturas correspondientes, crearemos un set de luces para iluminar la escena, guardando concordancia con la grabación del profesor en nuestro estudio de chroma. Fijamos un set de cámaras virtuales y renderizamos con el motor de render de Mental Ray.

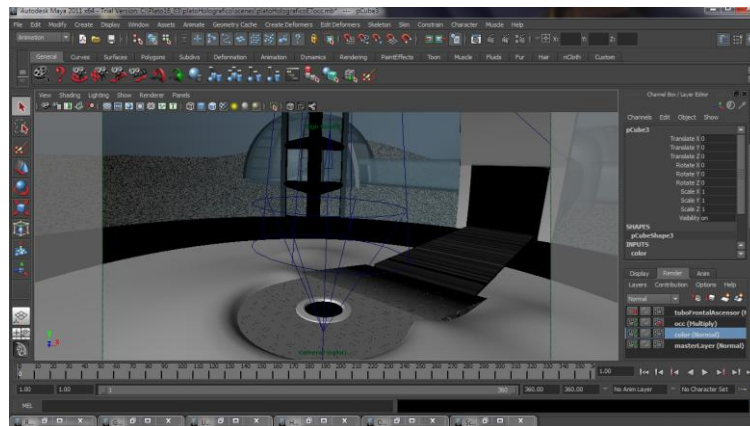


Figura 6.- Programa Autodesk Maya 2011 utilizado para la generación de escenarios virtuales y para el modelado tridimensional de objetos dentro de la escena.

De nuevo en el programa de edición de video importamos las secuencias de imágenes que obtuvimos del Maya (normalmente en tiff/png/iff). Ajustamos todas las capas con las transiciones, efectos pertinentes en nuestra composición. Configuramos las características del render para obtener un video final para la docencia, en un entorno virtual de apariencia totalmente real.

RESULTADOS

La vista es quizás el órgano de los sentidos más utilizado por los estudiantes para recibir información, por lo que desde el punto de vista didáctico, crear imágenes tridimensionales (3D) supone una gran riqueza visual a la hora de estudiar una estructura anatómica. La generación por ordenador de escenarios o fondos virtuales, a partir de imágenes en 3D, denominados set

virtuales, permiten crear ambientes que en realidad no existen. Para crear un set virtual es necesario contar con algunos elementos de software y de hardware así como de un equipamiento especializado.

Se ha puesto de manifiesto la factibilidad de utilización de sistemas de visualización holográfica emulados, como recurso de enseñanza de la disciplina anatomía humano, describiendo como ejemplo gráfico la morfología de uno de los huesos más complejos del cráneo, el hueso esfenoides. El desarrollo de las técnicas de diagnóstico por imagen y la sustitución de las imágenes analógicas tradicionales por digitales no habrían sido posible sin el desarrollo paralelo de la informática, que ha permitido disponer de ordenadores de alto rendimiento, sistemas de almacenamiento masivo adecuados para el gran volumen de información generado, monitores de alta resolución para la visualización de dichas imágenes y redes de alta velocidad para su transmisión, así como un software adecuado para el manejo, manipulación y tratamiento de las imágenes biomédicas.

Los modelos 3D, como los que se presentan en este trabajo, no sólo han potenciado los recursos del sistema pedagógico tradicional, si no que lo han renovado, ofreciendo una visión más completa de las características anatómicas de estructuras corporales (Figura 7). Estos recursos mantienen como eje vertebral el énfasis en el uso de ayudas visuales, más allá de las simples ilustraciones de los libros de texto.

Las generaciones volumétricas desarrolladas se enmarcarían dentro de las nuevas estrategias pedagógicas visuales que permiten la activación y revisión de contenidos docente de carácter anatómico.

El nivel de aprendizaje mediante estas técnicas de visualización de contenidos docentes, está directamente correlacionado con el nivel de implicación del estudiante. Las ayudas de aprendizaje visuales e interactivas, suponen un incentivo para el estudiante, además de mejorar la retención a largo plazo. Aumentar la participación y atención de los estudiantes redundará

en una mejor comprensión de las características morfológicas y relaciones espaciales de estructuras anatómicas.

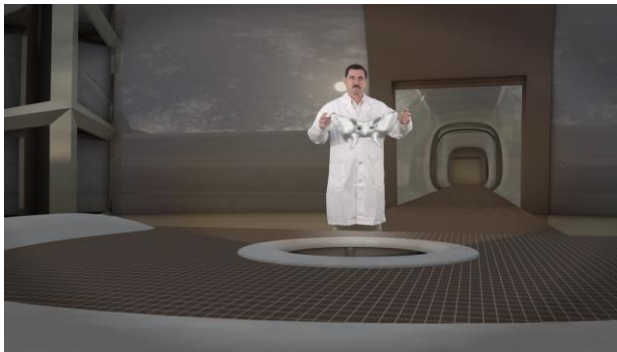
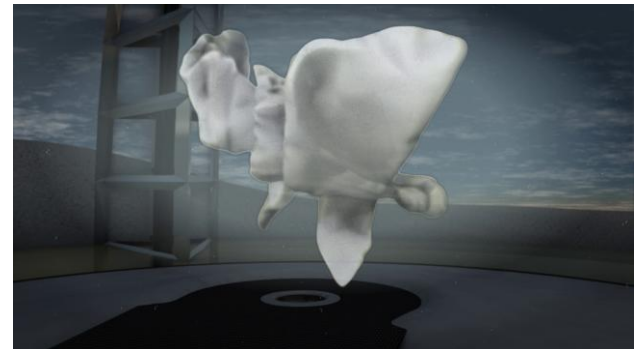
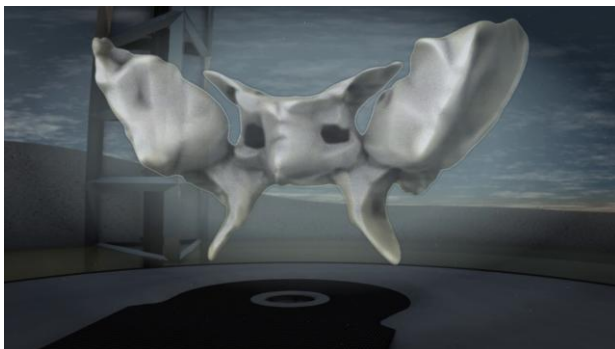


Figura 6.-. Ejemplos ilustrativos de la visualización del escenario virtual generado para la emulación del sistema holográfico y representación de estructuras anatómicas. El profesor maneja el objeto tridimensional (hueso esfenoideas) para su visualización en cualquier posición espacial



La visualización de modelos anatómicos 3D permite crear una perspectiva visual más realista y precisa, de las distintas estructuras corporales, que las imágenes médicas convencionales de las diferentes modalidades de técnicas diagnósticas en 2D. La visualización volumétrica ofrece información más completa a la hora de definir las características morfológicas macroscópicas y relaciones espaciales de estructuras corporales como los huesos.

Por otra parte, los modelos 3D visualizados en contextos de simulación, aumentan las posibilidades de su valoración morfológica global y reducen agresiones en situaciones de intervenciones quirúrgicas. Esta ventaja resulta, especialmente importante, en la planificación de abordajes quirúrgicos virtuales donde se requiere la delimitación precisa de la estructura corporal a intervenir. En los últimos años, ha sido posible combinar la visualización volumétrica con sistemas de realidad virtual que permiten al cirujano navegar a través de las

estructuras corporales reconstruidas tridimensionalmente, o incluso tocarlas, incluyendo simulación de la resistencia y textura de distintas superficies de tejidos o retroalimentación háptica (*haptic feedback technology*) de vital importancia en el caso de detección de tumores.

CONCLUSIONES

Los avances en las nuevas tecnologías definen la base de la educación moderna y nos han brindado la posibilidad de desarrollar nuevos recursos como los modelos 3D informatizados, que ofrecen una estrategia más versátil para la representación del conocimiento espacial de la anatomía humana, sin perder el conocimiento descriptivo clásico, que puede incluirse como atributo de los modelos 3D.

Los modelos 3D, como los generados en este trabajo, permiten dar respuesta a la necesidad, de constituir verdaderos sistemas de documentación didáctica, que permitan visualizar, la información contenida en múltiples secciones seriadas procedentes de diferentes técnicas radiológicas de diagnóstico por imagen.

Las generaciones volumétricas desarrolladas en este trabajo, reflejan las posibilidades de visualización de una estructura anatómica corporal, analizando las características morfológicas del hueso esfenoides, en toda su integridad, y pudiendo ser estudiado en cualquier posición espacial. Todo ello permitirá al estudiante realizar un estudio integro de la anatomía de este hueso como si lo estuviese viendo realmente, y siempre dirigido por el profesor o tutor.

La generación volumétrica de estructuras anatómicas y su representación mediante la emulación de sistemas holográficos, no sólo ofrece imágenes visualmente sofisticadas, sino que puede considerarse como una forma muy eficiente de representación de las características morfológicas de cualquier parte de nuestro organismo, lo que facilita una mejor comprensión para su estudio y análisis.

El avance en los sistemas de adquisición y procesamiento de imágenes morfológicas contribuirá a aumentar sus aplicaciones en el ámbito de la formación médica.

Acknowledgements: This study has been partially funded by the Project I+D +i EDU2009-08753EDUC (subprogramme EDUC), of the Spanish Ministry of Science and Education.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BRINKMANN, R. (1999) *The art and science of digital compositing*. Morgan Kaufmann Publishers.

BURDEA, GRIGORE (1995), *Tecnologías de la realidad virtual*, Barcelona: Paidós Hipermedia.

CABERO, J (2001): *Tecnología Educativa. Diseño, utilización y evaluación de medios de enseñanza*. Barcelona, Piados.

Chinoy, A. (2002). *Immersed in Reality, illumin. A review of Engineering in Everyday Life*, Vol. 7, No. III.

CRUZ-NEIRA, Carolina; SANDIN, Daniel J.; DEFANTI, Thomas A. (1993), "Surround-Screen Projection-Based Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE". En: *Siggraph*. Los Ángeles.

DORTA, TOMÁS V. (1999), "La realidad virtual dibujada como una nueva manera de hacer computación" En: *Primera Conferencia Venezolana sobre aplicación de computadoras en arquitectura*. Caracas: FAU-UCV.

FUKUI, K; HAYASHI, M; YAMANOUCHI, Y. (1996), "Virtual studio system for tv program production" En: *IEEE Multimedia*.

GALÁN CUBILLO, Esteban (2009): "El trabajo del presentador de televisión en un escenario virtual". *Revista Latina de Comunicación Social*, 64, páginas 143 a 150. La Laguna (Tenerife). Universidad de La Laguna.

GALÁN, ESTEBAN (2008). *Televisión en virtual*. Madrid, IORTV.

GALÁN, ESTEBAN (2008): "Escenografía virtual en TV. Análisis del uso de escenografía virtual en la realización de un programa de televisión", en *Revista Latina de Comunicación Social*, 63, páginas 31 a 42. La Laguna (Tenerife): Universidad de La Laguna.

GALÁN, ESTEBAN; DE SALAS, M^a Isabel (2005), *Análisis del funcionamiento técnico de la escenografía virtual en Televisión Valenciana*. Valencia: UCH-CEU.

GALÁN, ESTEBAN; DE SALAS, M^a Isabel (2007), *El uso de escenografía virtual en la realización de un programa de televisión: desarrollo de un modelo ad hoc*, Valencia: UCH-CEU.

GIBBS, S. (1998), "Virtual Studios: An Overview" En: *IEEE Multimedia*.

GÓMEZ BORRALLO, J.J. (2010): Nuevos avances en los sistemas de visualización y presentación de contenidos docentes, en Juanes Méndez, J.A. (Coord.) *Avances tecnológicos digitales en metodologías de innovación*

docente en el campo de las Ciencias de la Salud en España. Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Vol. 11, nº 2. Universidad de Salamanca, pp. 7-27.

GRAU, O.; PULLEN, T.; TOMAS, G. A.; (2004) "A combined studio production system for 3-D capturing of live action and immersive actor feedback". En: IEEE Multimedia.

GUBERN, ROMÁN (1996), *Del bisonte a la realidad virtual*. Madrid: Anagrama. GUBERN, Román (2000), *El eros electrónico*. Madrid: Taurus.

HALAN, M. (2003). Tele-Immersion: Virtualy Here! Information technology, Aug. 2003, pp. 24-27.

HARIHARAN, P (1996), *Optical Holography: principles, techniques, and applications*, Cambridge University Press

JUANES MÉNDEZ, J.A., VELASCO MARCOS, M.A., CABRERO FRAILE, F.J., SÁNCHEZ LLORENTE J.M y RODRÍGUEZ CONDE, M.J. (2010): Recursos tecnológicos audiovisuales de formación en red: sistemas *streaming* media y teleinmersivos, en Juanes Méndez, J. A. (Coord.) *Avances tecnológicos digitales en metodologías de innovación docente en el campo de las Ciencias de la Salud en España*. Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Vol. 11, nº 2. Universidad de Salamanca, pp. 214-231.

LÓPEZ SILVESTRE, FEDERICO (2004), *El paisaje virtual. El cine de Hollywood y el neobarroco digital*. Madrid: Biblioteca Nueva.

MARRERO SANTANA, LILIAM (2008). "El reportaje multimedia como género del periodismo digital actual. Acercamiento a sus rasgos formales y de contenido. Revista Latina de Comunicación Social, 63. Páginas 348 a 367. La Laguna (Tenerife).

MARTÍN PASCUAL, P. (1997). *El libro de la Holografía*. Madrid, Alianza.

MOGOLLÓN, HAZEL; PRIETO, CARMEN Mª (2006). "Las TIC, en la generación de contenidos periodísticos en Venezuela." Revista Latina de Comunicación Social, 61.

MOSHKOVITZ, MOSHE (2000), *The Virtual Studio*. Boston: Focal Press.

MUÑOZ, José Javier (1993), *Expresión artística y audiovisual (de los primeros signos a la realidad virtual)*. Salamanca. Amarú.

ONURAL, L., SIKORA, T., OSTERMANN, J., SMOLIC, A., CIVANLAR, M., WATSON, J. (2006). An assessment of 3DTV technologies Proceedings NAB BEC, pp. 456-467.

PAREJA EMILIO (1998), *Escenografía virtual*. UD. 157. Madrid: IORTV.

PAREJA EMILIO (2005), *Tecnología actual de televisión*. Madrid: IORTV

PÉREZ HUERTAS, FRANCISCO JOSÉ (1998), *Introducción a la multimedia: realización y producción de programas*. Madrid: IORTV.

POPKIN, David (1997), "Virtual studios - the BBC's experience". En: *EBU Technical Review*.

SAXBY G. (1996). *Practical Holography*. Prentice Hall, University Press.


VIDAL ZANÓN, ENRIQUE (2001), *Visiocascos y tarjetas estereoscópicas*. Valencia: UPV.



EQUIPO DE TRABAJO



COORDINADOR DEL PROYECTO:			
NIF	Nombre y apellidos	E-mail	
7.827.708S	Juan Antonio JUANES MÉNDEZ	jajm@usal.es	
MIEMBROS DEL EQUIPO DE TRABAJO:			
NIF	Nombre y apellidos	E-mail	Teléfono
7.808.478R	Francisco Javier CABRERO FRAILE (1)	cabrero@usal.es	Ext. 1849
24.158.646K	Marcelo F. JIMENEZ LÓPEZ (2)	mfjl@usal.es	923291383
7836109D	Mª José SÁNCHEZ LEDESMA (3)	mledesma@usal.es	Ext.1965
22.728.082B	Mª José RODRIGUEZ CONDE (4)	mjrconde@usal.es	Ext. 3424



Ha colaborado en este Proyecto Hugo Alvarez Garrote, (Becario de formación para titulados universitarios. Prácticas en materia de investigación e innovación. Servicio Público de empleo de Castilla y León. Servicio de Inserción Profesional, Prácticas y Empleo. Universidad de Salamanca), siendo tutor del becario, el coordinador del presente Proyecto, el Prof. Dr. D. Juan A. Juanes Méndez

